



PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

This is to certify that the annexed is a true copy
of the following application as filed with this Office.

Date of Application : September 1, 2000

Application Number : Japanese Patent Application
No. 2000-264934

Applicant(s) : NGK INSULATORS, LTD.

Certified on August 17, 2001

Certification No. 2001-3072701



日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日
Date of Application: 2000年 9月 1日

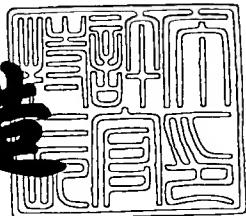
出願番号
Application Number: 特願2000-264934

出願人
Applicant(s): 日本碍子株式会社

2001年 8月 17日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3072701

【書類名】 特許願
【整理番号】 00P00372
【提出日】 平成12年 9月 1日
【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿
【国際特許分類】 C30B 25/00
【発明の名称】 I I I V族窒化物膜の製造方法および製造装置
【請求項の数】 12
【発明者】
【住所又は居所】 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日本碍子株式
会社内
【氏名】 柴田 智彦
【発明者】
【住所又は居所】 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日本碍子株式
会社内
【氏名】 浅井 圭一郎
【発明者】
【住所又は居所】 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日本碍子株式
会社内
【氏名】 田中 光浩
【特許出願人】
【識別番号】 000004064
【氏名又は名称】 日本碍子株式会社
【代理人】
【識別番号】 100059258
【弁理士】
【氏名又は名称】 杉村 暁秀
【選任した代理人】
【識別番号】 100072051
【弁理士】

【氏名又は名称】 杉村 輿作

【選任した代理人】

【識別番号】 100098383

【弁理士】

【氏名又は名称】 杉村 純子

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 015093

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9703804

【書類名】 明細書

【発明の名称】 IIIV族窒化物膜の製造方法および製造装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 内側反応管と外側反応管との間のガスの漏洩を検知できる二重構造の反応管機構の内側反応管の内部の、ガスの流れ方向に見た上流側に少なくともアルミニウム金属を装填すると共に下流側に基板を装填し、外部より塩素系ガスおよびアンモニアガスをキャリアガスと共に内側反応管に導入し、アルミニウム金属と塩素系ガスとの反応により生成される塩化アルミニウムガスと、アンモニアガスとを反応させて $\text{Al}_x\text{Ga}_y\text{In}_z\text{N}$ (ただし $x+y+z=1$, $x>0$)膜をエピタキシャル成長させることを特徴とするIIIV族窒化物膜の製造方法。

【請求項2】 前記少なくともアルミニウム金属を装填した内側反応管の内部の上流側の領域の温度と、前記基板を装填した内側反応管の内部の下流側の領域の温度とをそれぞれ独立に制御することを特徴とする請求項1に記載のIIIV族窒化物膜の製造方法。

【請求項3】 前記 $\text{Al}_x\text{Ga}_y\text{In}_z\text{N}$ (ただし $x+y+z=1$, $x>0$)膜を、c軸を基板面に垂直に配向した膜としてエピタキシャル成長させることを特徴とする請求項1または2に記載のIIIV族窒化物膜の製造方法。

【請求項4】 前記 $\text{Al}_x\text{Ga}_y\text{In}_z\text{N}$ (ただし $x+y+z=1$, $x>0$)膜を成長させる基板を、 Al_2O_3 , SiC , NdGaO_3 , LiGaO_3 , ZnO , MgO または MgAl_2O_4 の単結晶基板とすることを特徴とする請求項1～3の何れかに記載のIIIV族窒化物膜の製造方法。

【請求項5】 前記 $\text{Al}_x\text{Ga}_y\text{In}_z\text{N}$ (ただし $x+y+z=1$, $x>0$)膜を成長させる基板を、サファイア基板本体の表面に $\text{Al}_x\text{Ga}_y\text{In}_z\text{N}$ (ただし $x+y+z=1$)膜または ZnO 膜をエピタキシャル成長させた基板とすることを特徴とする請求項1～3の何れかに記載のIIIV族窒化物膜の製造方法。

【請求項6】 前記 $\text{Al}_x\text{Ga}_y\text{In}_z\text{N}$ 膜を、 $\text{Al}_x\text{Ga}_y\text{In}_z\text{N}$ (ただし $x+y+z=1$, $x>0.5$)膜とすることを特徴とする請求項1～5の何れかに記載のIIIV族窒化物膜の製造方法。

【請求項7】 前記 $\text{Al}_x\text{Ga}_y\text{In}_z\text{N}$ 膜を、 AlN 膜とすることを特徴とする請求項1～5の何れかに記載のIIIV族窒化物膜の製造方法。

【請求項8】 塩化物気相エピタキシャル成長によって基板上に $\text{Al}_x\text{Ga}_y\text{In}_z\text{N}$ (たゞ

し $x+y+z=1$, $x>0$) 膜を成長させる装置において、内部に基板と少なくともアルミニウム金属を保持する内側反応管と、これを囲む外側反応管との二重構造を有し、これら内側および外側反応管を酸化ケイ素系材料で形成した反応管機構を具え、前記内側反応管へ塩素系ガス、アンモニアガスおよびキャリアガスとを導入するガス供給手段と、前記内側反応管の内部を加熱する加熱手段と、前記内側反応管と前記外側反応管との間のガスの漏洩を検知するガス濃度センサを有するガス漏洩検知手段とを設けたことを特徴とするIIIIV族窒化物膜の製造装置。

【請求項9】前記内側反応管内にアルミニウム金属を保持する領域を前記ガスの流れ方向に見て上流側に設け、前記基板を保持する領域を下流側に設け、これら上流側領域および下流側領域の温度をそれぞれ独立に制御する温度制御手段を設けたことを特徴とする請求項8に記載のIIIIV族窒化物膜の製造装置。

【請求項10】前記内側反応管と前記外側反応管との間に圧力差を設け、前記ガス濃度センサを圧力の低い方の反応管内のガス濃度を検知するように配置したことを特徴とする請求項8または9に記載のIIIIV族窒化物膜の製造装置。

【請求項11】前記外側反応管の圧力を前記内側反応管の圧力よりも低くし、前記ガス濃度センサを外側反応管内部のガス濃度を検知するように配置したことを特徴とする請求項10に記載のIIIIV族窒化物膜の製造装置。

【請求項12】前記ガス漏洩検知手段のガス濃度センサを、アンモニア、塩化水素、窒素および希ガスの何れかの濃度を検知するものとしたことを特徴とする請求項8～11の何れかに記載のIIIIV族窒化物膜の製造装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、基板の上に、塩化物気相エピタキシャル(Hydride Vapor Phase Epitaxy: HVPE)法によってIIIIV族窒化物膜、特に $\text{Al}_x\text{Ga}_y\text{In}_z\text{N}$ (ただし $x+y+z=1$, $x>0$)膜をエピタキシャル成長させる方法およびこのような方法を実施するための装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】発光ダイオード、レーザダイオードなどのオプトエレクトロニクスデバイスにおいては、基板上にIIIIV族窒化物膜、特に $\text{Al}_x\text{Ga}_y\text{In}_z\text{N}$ (ただし $x+y+z$

=1)膜をエピタキシャル成長させることが提案されている。例えば、基板としてサファイア基板を用い、その上にGaN膜をエピタキシャル堆積させる方法が、例えば応用物理、第68巻、第7号(1999)、pp774～に記載されている。

【0003】この方法では、表面にGaN薄膜を形成したサファイア基板を内部に保持した反応管内にガリウム金属を装填し、反応管に塩酸ガスを導入して塩化ガリウムガスを生成させ、これにアンモニアガスを反応させて塩化ガリウムを堆積させるようにしているが、このようなプロセスは塩化物気相エピタキシャル(Hydride Vapor Phase Epitaxy: HVPE)法と呼ばれている。

【0004】このHVPE法は、従来のMOCVD(Metal Organic Chemical Vapor Deposition)或いはMOVPE(Metalorganic Vapor Phase Epitaxy)法に比べて成膜速度が高いという特長がある。例えば、MOVPE法によってGaN膜をエピタキシャル成長させる際の典型的な成膜速度は毎時数 μm であるが、HVPE法でGaN膜をエピタキシャル成長させる場合の典型的な成膜速度は毎時数百 μm である。したがって、HVPE法は、特に膜厚の大きなIIIV族窒化物膜を形成する場合に有利に利用できるものである。

【0005】

【発明が解決すべき課題】上述したようにHVPE法によってGaN膜を製造する従来の方法で、AlN膜をエピタキシャル成長させる場合には、反応管内部にアルミニウム金属を装填し、塩素系ガスを反応管に導入して塩化アルミニウムガスを生成させ、さらにこの塩化アルミニウムガスをアンモニアガスと反応させて窒化アルミニウムを基板上に堆積させればよい。

【0006】しかしながら、このような方法でAlN膜を成膜しても特性の良好なものを安定して製造することができないことを確かめた。その理由を種々検討した結果、以下のような問題点があることが分かった。HVPE法を実施する反応管は、加工性およびコストの点から石英のような酸化ケイ素系の材料で形成されているが、この酸化ケイ素系の材料は、アルミニウム金属と塩素系ガスとの反応で生成される塩化アルミニウムガスによって容易に腐食され、反応管にピンホールが形成され、内部に大気が侵入し、大気中の酸素が成膜されたAlN膜に取り込まれ

ることによってAlN膜の結晶性が影響を受け、オプトエレクトロニクスデバイス用の基板として良好な特性が得られないことを確かめた。

【0007】さらに、上述したように酸化ケイ素系の材料より成る反応管がAlClガスによって腐食されて反応管に漏洩が生じると、大気が反応管内に侵入するだけではなく、反応管から外部へ種々のガスがリークして汚染が生じるという問題もある。

【0008】上述したように反応管がAlClガスによって腐食される問題を解決するため、反応管をAlClガスによって腐食されない材料、例えばBNやSiNで形成することも考えられるが、このような材料は加工性が非常に悪く、実際的でないと共に価格も高価であり、AlN膜のコストが上昇してしまうという問題があり、実際的な解決策とはならない。

【0009】上述した問題は、HVPE法によってAlN膜をエピタキシャル成長させる場合に限られるものではなく、一般にHVPE法によって $Al_xGa_yIn_zN$ (ただし $x+y+z=1, x>0$)膜をエピタキシャル成長させる場合にも同様に生じる問題である。

【0010】本発明の目的は、上述した従来の問題点を解決し、AlClガスによって腐食される酸化ケイ素系の材料より成る反応管を用いて、HVPE法によって特性が良好な $Al_xGa_yIn_zN$ (ただし $x+y+z=1, x>0$)膜をエピタキシャル成長させることができるIIIV族窒化物膜の製造方法を提供しようとするものである。

【0011】本発明の他の目的は、AlClガスによって腐食される酸化ケイ素系の材料より成る反応管を用いて、HVPE法によって特性が良好な $Al_xGa_yIn_zN$ (ただし $x+y+z=1, x>0$)膜をエピタキシャル成長させることができるIIIV族窒化物膜の製造装置を提供しようとするものである。

【0012】

【課題を解決するための手段】

本発明によるIIIV族窒化物膜の製造方法は、内側反応管と外側反応管との間のガスの漏洩を検知できる二重構造の反応管機構の内側反応管の内部の、ガスの流れ方向に見た上流側に少なくともアルミニウム金属を装填すると共に下流側に基板を装填し、外部より塩素系ガスおよびアンモニアガスをキャリアガスと共に内側反応管に導入し、アルミニウム金属と塩素系ガスとの反応により生成される塩

化アルミニウムガスと、アンモニアガスとを反応させて $\text{Al}_x\text{Ga}_y\text{In}_z\text{N}$ (ただし $x+y+z=1$, $x>0$)膜をエピタキシャル成長させることを特徴とするものである。

【0013】このような本発明によるIIIV族窒化物膜の製造方法においては、前記少なくともアルミニウム金属を装填した内側反応管の内部の上流側の領域の温度と、前記基板を装填した内側反応管の内部の下流側の領域の温度とをそれぞれ独立に制御するのが好適である。

【0014】また、本発明によるIIIV族窒化物膜の製造方法においては、前記 $\text{Al}_x\text{Ga}_y\text{In}_z\text{N}$ (ただし $x+y+z=1$, $x>0$)膜をc軸に配向した膜としてエピタキシャル成長させることができる。また、 $\text{Al}_x\text{Ga}_y\text{In}_z\text{N}$ (ただし $x+y+z=1$, $x>0$)膜を成長させる基板は、 Al_2O_3 , SiC , NdGaO_3 , LiGaO_3 , ZnO , MgO または MgAl_2O_4 の単結晶基板とするか、サファイア基板本体の表面に $\text{Al}_x\text{Ga}_y\text{In}_z\text{N}$ (ただし $x+y+z=1$)膜または ZnO 膜をエピタキシャル成長させた基板とすることができます。後者のサファイア基板本体の表面に $\text{Al}_x\text{Ga}_y\text{In}_z\text{N}$ (ただし $x+y+z=1$)膜または ZnO 膜をエピタキシャル成長させた基板を用いる場合には、これらの $\text{Al}_x\text{Ga}_y\text{In}_z\text{N}$ (ただし $x+y+z=1$)膜または ZnO 膜はMOVPE法によって成膜することができる。

【0015】このような本発明によるIIIV族窒化物膜の製造方法においては、前記 $\text{Al}_x\text{Ga}_y\text{In}_z\text{N}$ 膜を、 $\text{Al}_x\text{Ga}_y\text{In}_z\text{N}$ (ただし $x+y+z=1$, $x>0.5$)膜、すなわちアルミニウムを主成分とするIIIV族窒化物膜としたり、 AlN 膜とすることができます。

【0016】さらに、本発明は、塩化物気相エピタキシャル成長によって基板上に $\text{Al}_x\text{Ga}_y\text{In}_z\text{N}$ (ただし $x+y+z=1$, $x>0$)膜を成長させる装置において、内部に基板と少なくともアルミニウム金属を保持する内側反応管と、これを囲む外側反応管との二重構造を有し、これら内側および外側反応管を酸化ケイ素系材料で形成した反応管機構を具え、前記内側反応管へ塩素系ガス、アンモニアガスおよびキャリアガスとを導入するガス供給手段と、前記内側反応管の内部を加熱する加熱手段と、前記内側反応管と前記外側反応管との間のガスの漏洩を検知するガス濃度センサを有するガス漏洩検知手段とを設けたことを特徴とするものである。

【0017】このような本発明によるIIIV族窒化物膜の製造装置においては、前記内側反応管内にアルミニウム金属を保持する領域をガスの流れ方向に見て上流側に設け、前記基板を保持する領域を下流側に設け、これら上流側領域および下

流側領域の温度をそれぞれ独立に制御する温度制御手段を設けるのが好適である。

【0018】さらに、前記内側反応管と前記外側反応管との間に圧力差を設け、前記ガス濃度センサを圧力の低い方の反応管内の所定のガスの濃度を検知できるように配置することができるが、前記外側反応管の圧力を前記内側反応管の圧力よりも低くし、前記ガス濃度センサを外側反応管内部のガス濃度を検知できるように配置するのが好適である。

【0019】また、前記ガス漏洩検知手段のガス濃度センサを、アンモニア、塩化水素、窒素、希ガスおよび酸素の何れかの濃度を検知するものとするのが好適である。この場合、アンモニア、塩化水素、窒素および希ガスは、エピタキシャル成長に使用されるガスであり、したがってこの場合にはガス濃度センサを、内側反応管から外側反応管内へ漏洩するこれらのガスの少なくとも1種を検知するように配置することができる。また、酸素ガスは大気中に含まれるものであり、外側反応管から内側反応管へ侵入するものであるから、酸素ガス濃度センサは内側反応管内のガス濃度を検知できるように配置することができる。

【0020】本発明によるIIIV族窒化物膜の製造装置においては、内側反応管と外側反応管との間のガスの漏洩を、単なるガスセンサで検知するのではなく、ガス濃度センサで検知するようにしている。その理由は、これらの反応管の間でガスの漏洩が生じても基板上に堆積され $\text{Al}_x\text{Ga}_y\text{In}_z\text{N}$ (ただし $x+y+z=1$, $x>0$)膜の特性が直ちに許容できない程度まで劣化するのではなく、或る程度のガスの漏洩があっても支障がないので、ガス漏洩の程度を検知するのが重要であるためである。したがって、検知しているガス濃度が予め決められた閾値を超えたときに、許容しえない程度のガスの漏洩が発生したと判断し、その場合には AlCl_3 ガスによって腐食された内側反応管を新たなものと交換すれば良い。

【0021】

【発明の実施の形態】図1は、本発明によるIIIV族窒化物膜の製造装置の一実施例の構成を示す線図である。本発明においては、内側反応管11を外側反応管12で囲んだ二重構造の反応管機構を用いる。これら内側反応管11および外側反応管12は、酸化ケイ素系の材料である石英で形成してある。

【0022】内側反応管11の内部には、サファイア基板13を水平に保持するセプタ14と、アルミニウム金属15を保持するポート16と、ガリウム金属17を保持するポート18とを配置する。本例では、サファイア基板13は水平方向下向きに保持されているが、水平方向上向きに保持しても良い。さらに、本例では、AlGaN膜をサファイア基板13の上にエピタキシャル成長させるものであるから、内側反応管11の内部には、アルミニウム金属15を保持するポート16と、ガリウム金属17を保持するポート18とを配置したが、AlN膜を成膜する場合には、ガリウム金属17を保持するポート18は不要であり、さらにAlGaN膜を成膜する場合には、インジウム金属を保持する第3のポートを設ければ良い。

【0023】内側反応管11には、ポート16によって保持したアルミニウム金属15と反応するH₂+HClガスを導入するための第1の導入管19と、ポート18によって保持したゲルマニウム金属17と反応するH₂+HClガスを導入するための第2の導入管20とを設ける。これら第1および第2の導入管19および20から導入するガス中のH₂ガスはキャリアガスであり、HClとアルミニウム金属15とが反応してAlClガスが生成されると共に、HClとゲルマニウム金属17とが反応してGaClガスが生成される。

【0024】内側反応管11にはさらにNH₃+H₂+N₂ガスを導入するための第3の導入管21が連通され、上述したAlClガスおよびGaClガスとアンモニアとが反応してAlNおよびGaNが生成され、これらがサファイア基板13の表面にエピタキシャル堆積されて、AlGaN膜が形成される。一方、外側反応管12に連通された導入管22には、N₂ガスが導入される。これらの導入管19～22は、ガス供給装置23に設けられたそれぞれのガス源に連結されている。本例では、サファイア基板13の表面に堆積されるAlGaN膜は、c軸が基板面に垂直に配向した膜となっているが、このような膜は、発光ダイオード、レーザダイオードなどのオプトエレクトロニクスデバイスとして有利に適用できるものである。

【0025】また、内側反応管11には第1の排気系24が連通され、外側反応管12には第2の排気系25が連通されている。さらに、外側反応管12の外周には、ガスの流れ方向に見て上流側に第1の加熱装置26を設け、下流側に第2

の加熱装置27を設ける。これら第1および第2の加熱装置26および27は、それぞれ独立に駆動できるように構成されており、上流側領域28の温度と、下流側領域29の温度を独立して制御できるように構成する。本例では、上流側領域28を900°Cに加熱し、下流側領域29を1000°Cに加熱する。ここで上流側領域28の温度をさらに細かく制御することもできる。すなわち、第1および第2のポート16および18をガスの流れ方向に離間して配置し、それを異なる温度に加熱できるように構成することもできる。

【0026】本発明においては、上述した内側反応管11と外側反応管12との間のガスの漏洩の程度を検出するために、外側反応管12内のHClガスの濃度を検知するガス濃度センサ30を設ける。内側反応管11が正常の場合には、このHClガスは内側反応管11内だけに存在しているので、ガス濃度センサ30ではこのHClガスは検知されない。しかし、石英より成る内側反応管11がAlClガスによって腐食されてピンホールが形成されると、HClガスは内側反応管11から外側反応管12へ漏洩し、したがってガス濃度センサ30で検出される。

【0027】本発明においては、このようにガス濃度センサ30によってHClガスが検知されたときに直ちに異常事態が発生したとは判断せず、このHClガスの濃度が予め決めた濃度を超えるときに始めて異常事態が発生したと判断する。このような判断を行なうために、ガス濃度センサ30の出力信号を信号処理回路31へ供給し、ここで上述した判断を行ない、検知されたガス濃度が所定の閾値を超えたときに異常事態が発生したと判断し、警報装置32を駆動する。使用者はこの警報装置32が駆動されたことを確認したときは、以後の新たなプロセスは行わず、内側反応管11を新たなものと交換をする。

【0028】本発明は上述した実施例にのみ限定されるものではなく、幾多の変更や変形が可能である。例えば、上述した実施例では、基板の上にAlGaN膜を成膜したが、一般に $Al_xGa_yIn_zN$ (ただし $x+y+z=1$, $x>0$)膜を成長させることができ、特にアルミニウムを主成分とする $Al_xGa_yIn_zN$ (ただし $x+y+z=1$, $x>0.5$)膜や、AlN膜を成長させることができる。また基板は、サファイア(Al_2O_3)に限定されるものではなく、SiC, NdGaO₃, LiGaO₃, ZnO, MgOまたはMgAl₂O₄の単結晶基板とするか、サファイア基板本体の表面に $Al_xGa_yIn_zN$ (ただし $x+y+z=1$)膜またはZnO膜

をエピタキシャル成長させた基板とすることができます。サファイア基板本体の表面の $\text{Al}_x\text{Ga}_y\text{In}_z\text{N}$ 膜または ZnO 膜はMOVPE法によって成膜することができます。

【0029】さらに、上述した実施例では、ガス濃度センサを塩化水素ガスを検知するものとしたが、アンモニア、窒素、希ガス(N_2)を検知するガス濃度センサとすることもできる。また、外側反応管から内側反応管へ大気が漏洩する場合には、大気中に含まれる酸素ガスを検知するガス濃度センサを内側反応管内のガス濃度を検知できるように配置することができる。この場合には、外側反応管の内圧を大気圧よりも低くし、内側反応管の内圧をさらにそれよりも低くすることができる。

【0030】上述したように、本発明によるIIIV族窒化物膜の製造方法および製造装置によれば、それぞれが加工性に富み、コストが安価な酸化ケイ素系の材料より成る二重構造の反応管機構を設け、その内側反応管と外側反応管との間のガスの漏洩の程度を検知しながら、基板表面上にHVPE法によって良好な特性を有する $\text{Al}_x\text{Ga}_y\text{In}_z\text{N}$ (ただし $x+y+z=1$, $x>0$)膜を安定にエピタキシャル成長させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるIIIV族窒化物膜の製造装置の一実施例の構成を示す線図である。

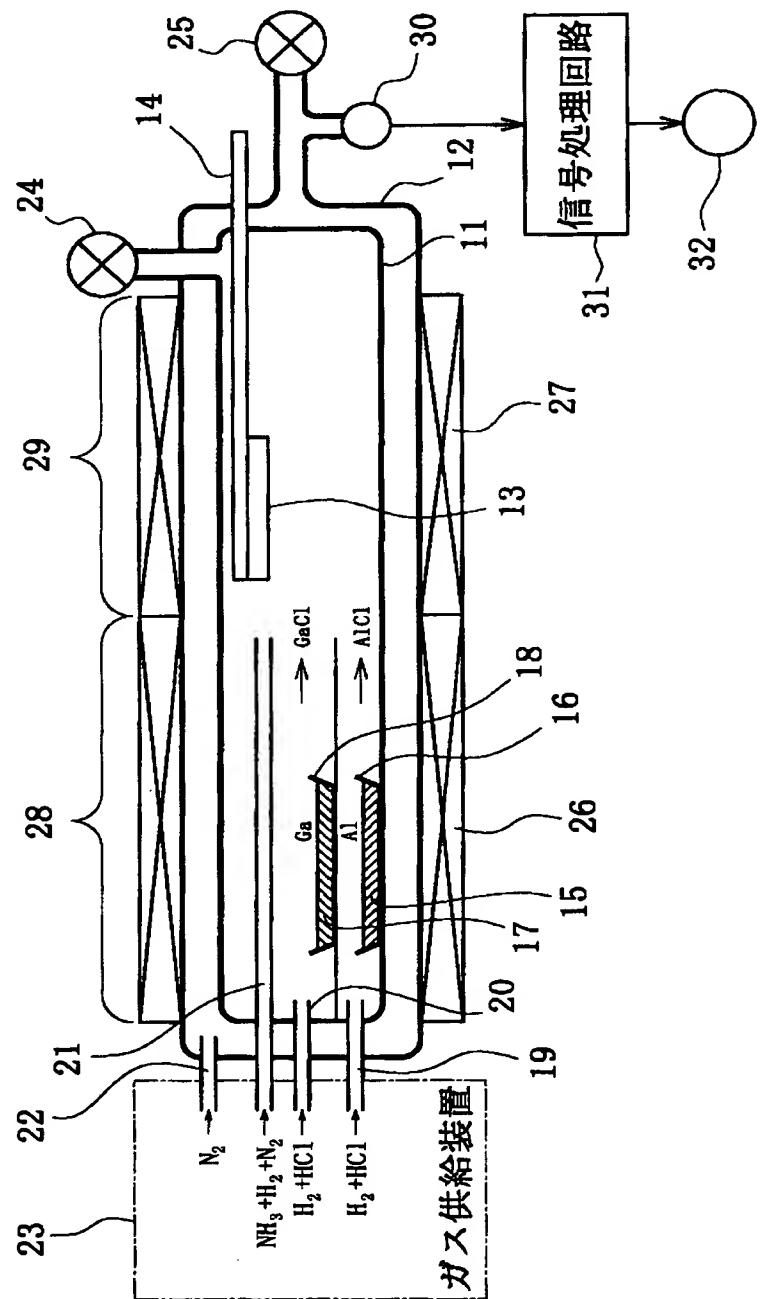
【符号の説明】

- 1 1 内側反応管、 1 2 外側反応管、 1 3 基板、 1 4 サセプタ、
- 1 5 アルミニウム金属、 1 7 ガリウム金属、 1 6、 1 8 ポート、
- 1 9～2 2 導入管、 2 3 ガス供給装置、 2 4、 2 5 排気系、
- 2 6、 2 7 加熱装置、 2 8 上流側領域、 2 9 下流側領域、 3 0 ガス濃度センサ、 3 2 信号処理回路、 3 3 警報装置

【書類名】

四面

【図1】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 AlClガスによって腐食される石英より成る反応管を用いて、 HVPE法によって特性が良好な $Al_xGa_yIn_zN$ (ただし $x+y+z=1$, $x>0$)膜をエピタキシャル成長する製造方法および製造装置を提供する。

【解決手段】 内部に基板13と少なくともアルミニウム金属15を保持する内側反応管11と、それを囲む外側反応管12との二重反応管を石英で形成し、導入管19～21を経て内側反応管へ塩化水素ガスおよびアンモニアガスをキャリアガスと一緒に導入し、加熱装置26、27によって加熱しながら基板13の表面にAIN膜をエピタキシャル成長させる。内側反応管11から外側反応管12への塩化水素ガスの漏洩の程度をガス濃度センサ30および信号処理回路31で検知し、所定の閾値を超えたときに警報措置31を駆動して警報を発する。これを受けた使用者は内側反応管を新しいものと交換する。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号 [000004064]

1. 変更年月日 1990年 8月24日

[変更理由] 新規登録

住 所 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号
氏 名 日本碍子株式会社